

## Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement

- 5' Die Erfindung betrifft ein strahlungemittierendes Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, der eine erste Hauptfläche, eine zweite Hauptfläche und eine Halbleiterschichtenfolge mit einer elektromagnetische Strahlung erzeugenden aktiven Zone umfasst, wobei die Halbleiterschichtenfolge zwischen der ersten und der zweiten Hauptfläche angeordnet ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen strahlungemittierenden Halbleiterbauelements.
- 10
- 15 Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldungen 103 39 983.6 vom 29. August 2003 und 103 46 605.3 vom 7. Oktober 2003, deren Offenbarungsgehalt hiermit explizit durch Rückbezug in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen wird.
- 20
- Der interne Umwandlungswirkungsgrad von elektrischer Energie in Strahlungsenergie ist bei strahlungemittierenden Halbleiterbauelementen meist deutlich höher als der Gesamtwirkungsgrad. Dafür ist im wesentlichen der geringe Auskoppelwirkungsgrad der in der aktiven Zone erzeugten Strahlung aus dem Halbleiterbauelement verantwortlich. Dies hat verschiedene Ursachen. Häufig ist eine großflächige Stromeinbringung in die Halbleiterschichtenfolge erwünscht, was zum Beispiel mittels großflächiger metallischer Kontaktstrukturen möglich
- 25
- 30 ist. Derartige Kontaktstrukturen sind jedoch meist für die erzeugte Strahlung nicht durchlässig und führen zu einer hohen Absorption der erzeugten Strahlung.

Auch bei kleinflächigen, den Halbleiterkörper nicht vollständig bedeckenden, Kontaktstrukturen gibt es Wege, den Strom großflächig einzubringen. Hierzu kann das strahlungemittierende Halbleiterbauelement beispielsweise sogenannte Strom-

aufweitungsschichten umfassen, die für eine homogene Stromeinbringung in die aktive Zone sorgen. Dies kann einerseits durch in der Halbleiterschichtenfolge angeordnete Schichten aus dotiertem Halbleitermaterial erreicht werden. Derartige  
5 Schichten müssen allerdings relativ dick sein, um eine homogene Stromeinbringung in die aktive Zone gewährleisten zu können. Je dicker aber die Halbleiterschicht ist, desto länger ist die für die Herstellung der Schichtenfolge benötigte Zeit. Ferner steigt mit der Schichtdicke die Absorption freier Ladungsträger und/oder der erzeugten Strahlung in diesen  
10 Schichten, was zu einem geringen Gesamtwirkungsgrad führt.

Weiterhin ist aus JP 2000-353820 ein Bauelement bekannt, das eine für die erzeugte Strahlung durchlässige Stromaufweitungsschicht besitzt. Diese enthält ZnO, welches zur Materialklasse der TCOs (Transparent Conducting Oxides) gehört. Neben ZnO wird aus dieser Klasse auch ITO (Indium Tin Oxide)  
15 häufig zur Stromaufweitung benutzt.

20 Der Auskoppelwirkungsgrad wird ferner durch die Totalreflexion von in der aktiven Zone erzeugter Strahlung an Grenzflächen begrenzt, was in den unterschiedlichen Brechungsindizes des Halbleitermaterials und des Umgebungsmaterials begründet ist. Die Totalreflexion kann durch eine geeignete Strukturierung der Grenzflächen gestört werden. Daraus resultiert ein  
25 höherer Auskoppelwirkungsgrad.

Auch die Absorption der Strahlung in einem Substrat oder einem Träger, auf dem die Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen  
30 oder das strahlungemittierende Halbleiterbauelement befestigt ist, stellt eine der Ursachen für einen geringen Auskoppelwirkungsgrad dar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein strahlungemittierendes Halbleiterbauelement der eingangs genannten Art mit  
35 einem erhöhten Gesamtwirkungsgrad zu entwickeln. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung strahlungemittierender

Halbleiterbauelemente mit erhöhtem Gesamtwirkungsgrad angegeben werden.

Diese Aufgabe wird durch ein strahlungsmittierendes Halbleiterbauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 beziehungsweise ein Verfahren zur Herstellung strahlungsmittierender Halbleiterbauelemente gemäß Anspruch 34 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10

Ein strahlungsmittierendes Halbleiterbauelement gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Halbleiterkörper auf, umfassend eine erste Hauptfläche, eine zweite Hauptfläche und eine Halbleiterschichtenfolge mit einer elektromagnetisch strahlung erzeugenden aktiven Zone, wobei die Halbleiterschichtenfolge zwischen der ersten und der zweiten Hauptfläche angeordnet ist, eine erste Stromaufweitungsschicht auf der ersten Hauptfläche angeordnet und mit der Halbleiterschichtenfolge elektrisch leitend verbunden ist sowie eine zweite Stromaufweitungsschicht auf der zweiten Hauptfläche angeordnet und mit der Halbleiterschichtenfolge elektrisch leitend verbunden ist.

Mindestens eine dieser Stromaufweitungsschichten enthält bevorzugt auch elektrisch leitfähige Materialien, welche für die erzeugte Strahlung durchlässig sind. Besonders bevorzugt enthalten beide Stromaufweitungsschichten derartige Materialien, insbesondere strahlungsdurchlässige leitfähige Oxide, bevorzugt Metalloxide, wie beispielsweise ZnO, InO und/oder SnO oder auch Oxide mit zwei oder mehr metallischen Bestandteilen, wie ITO. Stromaufweitungsschichten aus diesen Materialien sind besonders geeignet, da sie unter anderem einen geringen Schichtwiderstand besitzen, der einen homogenen Stromeintrag in die Halbleiterschichtenfolge gewährleistet. Weiterhin weisen sie große Wellenlängenbereiche hoher Transmission auf. Die Widerstände liegen vorteilhafterweise unter 200  $\Omega/\square$ , wobei Werte von weniger als 30  $\Omega/\square$  besonders bevorzugt

sind. Die Einheit  $\Omega/\square$  (Ohm per Square) entspricht dabei dem Widerstand einer quadratischen Fläche der Schicht.

Die Dicken der Stromaufweitungsschichten sind bei der Erfindung so gewählt, dass ein homogener Stromeintrag in die Halbleiterschichtenfolge bewirkt wird. Dies wird mit Schichtdicken von 10nm bis zu 1000nm, besonders bevorzugt von 200nm bis 800nm, erreicht.

10 Mit Vorteil enthält mindestens eine der strahlungsdurchlässigen leitfähigen Stromaufweitungsschichten Al, Ga, In, Ce, Sb und/oder F als Dotierstoff(e), um den Schichtwiderstand der Stromaufweitungsschichten zu verringern. Beispielsweise enthält die erste Stromaufweitungsschicht ZnO und ist mit Al dotiert, und die zweite Stromaufweitungsschicht SnO und ist mit Sb dotiert.

Die Stromaufweitungsschichten können beispielsweise durch Sputtern, insbesondere DC-Sputtern, aufgebracht werden, wobei 20 die Prozessparameter so gewählt sind, dass ein elektrischer Kontakt zwischen der Stromaufweitungsschicht und den angrenzenden Halbleiterschichten gebildet wird, der einen homogenen Stromeintrag in die Halbleiterschichtenfolge und somit in die aktive Zone ermöglicht. Der elektrische Kontakt zwischen diesen Schichten kann zum Beispiel durch Sintern oder geeignete Vorreinigung der entsprechenden Oberflächen der beteiligten Schichten noch verbessert werden. Durch die Gegenwart zweier Stromaufweitungsschichten wird der Strom auf beiden Seiten der Halbleiterschichtenfolge sehr homogen eingebracht und es 25 entsteht eine aktive Zone hoher Güte, die sich durch eine gleichmäßig verteilte Strahlungserzeugung und eine vorteilhaft geringe Absorption auszeichnet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist auf mindestens einer der Stromaufweitungsschichten eine Spiegelschicht angeordnet, die bevorzugt elektrisch leitend ist und 35

weitergehend eine hohe Reflektivität für die in der aktive Zone erzeugte Strahlung aufweist.

Durch die Spiegelschicht werden Absorptionsverluste in even-  
5 tuell unter dieser angeordneten Schichten, wie zum Beispiel einem Substrat oder einem Träger, verringert und sie bildet zusammen mit der Stromaufweitungsschicht einen hocheffizien-  
10 ten elektrischen Spiegelkontakt zur Kontaktierung des Halbleiterbauelements. Die Spiegelschicht enthält vorzugsweise ein Metall, vorteilhafterweise Au, Ag, Al, Pt und/oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Materialien. Besonders bevorzugt ist die Spiegelschicht auf der der Halbleiter-  
15 schichtenfolge abgewandten Seite der Stromaufweitungsschicht auf der ersten Hauptfläche angeordnet. Die Spiegelschicht kann beispielsweise durch Aufdampfen oder Sputtern aufge-  
bracht werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist mindestens eine Hauptfläche der Halbleiterschichtenfol-  
20 ge eine Mikrostruktur auf, die vor dem Aufbringen der Strom-  
aufweitungsschicht in oder auf die entsprechende Hauptfläche ein- beziehungsweise aufgebracht wurde. Die Mikrostruktur ist dabei so geartet, dass die strukturierte Fläche im Gegensatz zur unstrukturierten einen höheren Auskoppelwirkungsgrad auf-  
25 grund einer gestörten Totalreflexion von auf diese Fläche einfallenden Strahlen, die in der aktiven Zone erzeugt wur-  
den, aufweist. Damit wird die Strahlungsauskopplung und somit der Gesamtwirkungsgrad des strahlungsmittierenden Halbleiter-  
bauelementes erhöht. Solche Mikrostrukturen können beispiels-  
30 weise durch Aufrauhverfahren wie ein Ätz- oder Schleifverfah-  
ren erzeugt werden. Weiterhin kann eine solche Mikrostruktur dadurch erzeugt werden, dass ein metallisches Maskenmaterial auf die zu strukturierende Fläche aufgebracht wird, dessen Benetzungeigenschaften so beschaffen sind, dass sich auf der  
35 Oberfläche kleine vorzugsweise zumindest teilweise vernetzte metallische Inseln bilden. Diese Inselstruktur kann mittels eines Trockenätzverfahrens in die zu strukturierende Fläche

übertragen werden, wonach das Maskenmaterial durch geeignete Verfahren entfernt werden kann. Mit Vorzug weist die Hauptfläche auf der der Spiegelschicht abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge eine Mikrostruktur auf.

5

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung besitzt die Halbleiterschichtenfolge mindestens eine n- und eine p-leitende Schicht. Die Dicken der n- und/oder p-leitenden Schichten liegen typischerweise zwischen einer Monolage und 10 1000 nm. Bevorzugt ist die Dicke mindestens einer oder beider dieser Schichten kleiner als 400 nm, und liegt besonders bevorzugt zwischen 150 nm und 350 nm. Bei herkömmlichen Bauelementen dienen die um die aktive Zone angeordneten n- und/oder 15 p-leitenden Schichten oftmals auch der Stromaufweitung und besitzen daher eine relativ große Dicke.

Bei der Erfindung hingegen erfolgt die Stromaufweitung in den außerhalb des Halbleiterkörpers angeordneten Stromaufweitungsschichten. Deshalb können die Schichten der Halbleiterschichtenfolge vergleichsweise dünn ausgeführt sein.

Eine Halbleiterschichtenfolge mit derartig vorteilhaft geringen Schichtdicken wirkt sich in vielerlei Hinsicht positiv auf die Funktionsweise des strahlungsmittierenden Halbleiterbauelementes aus. So werden beispielsweise die Absorption 25 freier Ladungsträger, die Absorption der erzeugten Strahlung und die zur Herstellung derartiger Bauelemente benötigten Epitaxiezeiten wesentlich verringert, wodurch der Auskoppelwirkungsgrad des strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements 30 erhöht, die Herstellungszeiten der Halbleiterschichtenfolge verkürzt und deren Herstellungskosten verringert werden.

Die Halbleiterschichtenfolge mit den n- und p-leitenden Schichten und einer Strahlung erzeugenden aktiven Zone wird 35 bevorzugt durch epitaktisches Aufwachsen auf einem Substrat, beispielsweise einem GaAs Substrat, hergestellt. Die Strom-

aufweitungsschichten werden vorzugsweise nach der Epitaxiephase zum Beispiel durch Sputtern aufgebracht.

Bevorzugt enthält die Halbleiterschichtenfolge einen III-V-

- 5 Halbleiter, wie beispielsweise  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}$ , mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ ,  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ , mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ , oder  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{As}$ , mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ .

Mit besonderem Vorteil enthält die Stromaufweitungsschicht,

- 10 die auf der p-leitenden Seite der Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist,  $\text{ZnO}$ , bevorzugt mit Al dotiert, und jene, die auf der n-leitenden Seite angeordnet ist  $\text{SnO}$ , bevorzugt mit Sb dotiert. Sn beispielsweise kann bei III-V-Halbleitern im n-leitenden Bereich zugleich als Dotierstoff eingesetzt werden. Eine Diffusion von Sn-Atomen aus einer  $\text{SnO}$  enthaltenden Stromaufweitungsschicht in eine angrenzende n-leitende Schicht erhöht daher die Majoritätsladungsträgerkonzentration in der n-leitenden Schicht. Insbesondere gilt dies an der Grenzfläche der beiden Schichten. Daher wird der leitende 15 Kontakt zwischen solchen Schichten und damit die Stromeinbringung in die aktive Zone verbessert. Entsprechendes gilt für Zn als Akzeptor im Bezug auf p-leitende Schichten.

Die erste Stromaufweitungsschicht kann somit von der zweiten

- 25 Stromaufweitungsschicht verschieden sein, so dass das Material der jeweiligen Stromaufweitungsschicht je nach den Kontakt-eigenschaften vorteilhaft an das seitens des Halbleiter-körpers angrenzende Material angepasst werden kann.

- 30 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung bildet die erste und/oder zweite Stromaufweitungsschicht im Betrieb des strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements einen elektrischen Kontakt mit einer ohmschen Charakteristik (ohmscher Kontakt) zum Halbleiterkörper aus. Der Kontakt weist hierbei 35 vorzugsweise zumindest annähernd eine lineare Strom-Spannungs-Kennlinie im Bereich der im Betrieb des strahlunge-

mittierenden Halbleiterbauelements anfallenden Strom- bzw. Spannungswerte auf.

Bevorzugt bildet die auf der p-leitenden Seite des Halbleiterkörpers angeordnete Stromaufweitungsschicht zum Halbleiterkörper einen ohmschen Kontakt aus. Besonders bevorzugt grenzt hierzu seitens des Halbleiterkörpers eine p-leitende AlGaAs-haltige Schicht an eine ZnO-haltige Stromaufweitungsschicht an. Eine derartige Kombination hat sich zur Ausbildung eines ohmschen Kontakts als besonders vorteilhaft erwiesen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch auf einem Substrat aufgewachsen, das nach dem Epitaxieprozess durch geeignete Maßnahmen, zum Beispiel eine mechanische Belastung oder einen Ätzvorgang, entfernt wurde. Die Halbleiterschichtenfolge ist über die erste Hauptfläche mit einem Träger, zum Beispiel aus GaAs, verbunden. Die Verbindung ist vorzugsweise elektrisch leitend und kann mittels einer Lotmetallisierung erfolgen. Zwischen dem Träger und der ersten Hauptfläche ist eine Stromaufweitungsschicht angeordnet, auf deren der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite sich eine Spiegelschicht befindet. Die zwei folgenden vorteilhaften Weiterbildungen basieren hierauf.

In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der obigen Ausgestaltung weist die weiter vom Träger entfernte zweite Hauptfläche eine Mikrostruktur auf, die die Totalreflexion von auf diese Fläche einfallenden Strahlen stört. Auf dieser Hauptfläche ist eine weitere Stromaufweitungsschicht angeordnet, der eine Kontaktfläche zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterbauelements nachgeordnet ist. Die Kontaktfläche hat vorzugsweise eine geringere laterale Ausdehnung als die Halbleiterschichtenfolge und/oder die Stromaufweitungsschichten. Des weiteren kann sie auch auf der der Halbleiterschichtenfolge zugewandten Seite eine die in der aktiven Zone er-

zeugte Strahlung reflektierende Schicht besitzen oder selbst reflektierend sein. Mittels der Stromaufweitungsschichten wird der über die Kontaktfläche injizierte Strom lateral homogen verteilt und großflächig in die aktive Zone einge-  
5 bracht. Dadurch wird eine nachteilig vermehrte Strahlungser-zeugung in dem unter der absorbierenden Kontaktfläche liegen-  
den Bereich der aktiven Zone vermieden. In der Folge wird so die Absorption der erzeugten Strahlung in der Kontaktfläche durch die reflektierende Schicht vermindert und damit der  
10 Auskoppelwirkungsgrad des Bauelements erhöht.

In einer zweiten vorteilhaften Weiterbildung der obigen Aus-  
gestaltung weist die weiter vom Träger entfernte zweite  
Hauptfläche eine Mikrostruktur auf. Dieser nachgeordnet ist  
15 eine für die erzeugte Strahlung durchlässige Mantelschicht  
oder eine Mantelschichtenfolge, die aus mehreren Schichten  
besteht und mit der zweiten Stromaufweitungsschicht versehen  
ist. Diese Stromaufweitungsschicht besitzt hierbei mindestens  
eine Ausnehmung oder ein Fenster, dergestalt dass die Mantel-  
20 schichtenfolge im Bereich der Ausnehmung oder des Fensters  
nicht von der Stromaufweitungsschicht bedeckt ist. Die Aus-  
nehmung wird von einer Kontaktfläche zur elektrischen Kontak-  
tierung zumindest teilweise ausgefüllt, die sich mit der Man-  
telschichtenfolge und der Stromaufweitungsschicht in Kontakt  
25 befindet.

Die Kontaktfläche ist vorteilhafterweise metallisch und hat bezüglich des Übergangs zur Mantelschichtenfolge im Falle ei-  
ner in Vorwärtsrichtung anliegenden Spannung eine so hohe Po-  
30 tentialbarriere (z.B. eine Schottky-Barriere), dass nahezu  
der ganze Strom von der Kontaktfläche in die lateral angren-  
zende Stromaufweitungsschicht und von dort über die Mantel-  
schicht in die aktive Zone eintritt. Dadurch gelangt nur ein  
geringer Stromanteil in den Bereich der aktiven Zone, der un-  
35 ter der Kontaktfläche liegt, und es wird in diesem Bereich  
nur eine verglichen mit der restlichen aktiven Zone geringe  
Strahlung erzeugt. Daher wird die Absorption der erzeugten

Strahlung in der Kontaktfläche verringert. Weitergehend kann eine Mikrostruktur oder eine Mantelschicht(enfolge) der oben genannten Art auch auf der dem Träger zugewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet sein.

5

Ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren für ein strahlungsgemittierendes Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, der eine erste Hauptfläche, eine zweite Hauptfläche und eine Halbleiterschichtenfolge mit einer elektromagnetischen

10 Strahlung erzeugenden aktiven Zone umfasst, wobei die Halbleiterschichtenfolge zwischen der ersten und der zweiten Hauptfläche angeordnet ist, weist folgende Schritte auf:

- Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge auf einem Substrat;
- Aufbringen einer strahlungsdurchlässigen Stromaufweitungs- schicht auf die erste Hauptfläche;
- Ablösen des Substrats;
- Aufbringen einer strahlungsdurchlässigen Stromaufweitungs- schicht auf die zweite Hauptfläche.

Die Aufzählung der Schritte ist hierbei nicht als Festlegung auf eine bestimmte Reihenfolge zu verstehen.

25 Bevorzugt wird die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch aufgewachsen. Das Substrat kann mittels eines geeigneten Verfahrens, wie zum Beispiel eines Ätzprozesses oder mechanischer Belastung, entfernt werden. Die Stromaufweitungsschichten enthalten bevorzugt ein TCO, besonders bevorzugt ZnO und/oder 30 SnO.

Zur Verminderung des Schichtwiderstandes ist es vorteilhaft, mindestens eine Stromaufweitungsschicht mit Al, Ga, In, Ce, Sb und/oder F zu dotieren.

35

Weitere Ausgestaltungen des dargestellten Verfahrens ergeben sich durch die nachfolgend beschriebenen Schritte, die an ge-

eigneter Stelle in obiges Verfahren eingegliedert werden können. Insbesondere können dabei auch manche Schritte auf beiden Seiten der Halbleiterschichtenfolge durchgeführt werden.

- 5 In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird auf die Stromaufweitungsschicht auf der ersten Hauptfläche eine Spiegelschicht, die bevorzugt Au, Ag, Al, Pt und/oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Materialien enthält, aufgebracht.

10

Der Halbleiterkörper kann nachfolgend, vorzugsweise über die Spiegelschicht, auf einem Träger befestigt werden, wobei die Befestigung bevorzugt mittels einer Lotmetallisierung erfolgt. Das Substrat wird mit Vorzug nach der Befestigung des

- 15 Halbleiterkörpers auf dem Träger abgelöst. Der Träger kann somit vom Substrat verschieden sein.

- Weiterhin kann mindestens eine Hauptfläche mit einer Mikrostruktur zur Störung der Totalreflexion von der in der aktiven Zone erzeugten Strahlung an dieser Hauptfläche versehen werden.

- Ferner wird in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens eine Mantelschicht oder eine Mantelschichtenfolge, 25 die zwischen einer Stromaufweitungsschicht und der Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist, aufgebracht. In die der Mantelschicht nächstliegende Stromaufweitungsschicht kann eine Ausnehmung eingebracht werden, die mit Vorzug zumindest teilweise von einer Kontaktfläche zur elektrischen Kontaktierung des strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements ausgefüllt wird. Die Ausnehmung wird bevorzugt so gebildet, dass die Stromaufweitungsschicht in dem Bereich der Ausnehmung vollständig entfernt ist.

- 35 Ist keine Ausnehmung vorgesehen, kann eine Kontaktfläche auf die weiter vom Träger entfernte Stromaufweitungsschicht aufgebracht werden.

Besonders bevorzugt wird das dargestellte Verfahren zur Herstellung der im Anspruch 1 und den abhängigen Ansprüchen beschriebenen Halbleiterbauelemente benutzt.

5

Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den Beschreibungen der folgenden Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den folgenden Figuren.

10 Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements;

15 Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements;

20 Figur 3 zeigt eine schematische Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements;

25 Figur 4 zeigt in den Figuren 4A bis 4D eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements, anhand von vier Zwischenschritten.

Gleichartige und gleich wirkende Elemente besitzen in den Figuren gleiche Bezugszeichen.

30

In Figur 1 ist eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements dargestellt. Auf einem GaAs-Träger 1 ist eine Spiegelschicht 2 aus Au und auf dieser eine erste Stromaufweitungsschicht 3 angeordnet, die ZnO und Al, zum Beispiel in der Zusammensetzung  $\text{Al}_{0,02}\text{Zn}_{0,98}\text{O}$ , enthält. Diesen Schichten nachgeordnet ist ein Halbleiterkörper mit

einer Halbleiterschichtenfolge 4, welche  $In_xGa_yAl_{1-x-y}P$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$  enthält. Die Halbleiterschichtenfolge 4 weist eine erste Hauptfläche 5, eine oder mehreren Halbleiterschichten eines ersten Leitungstyps 6, eine Strahlung erzeugenden aktiven Zone 7, eine oder mehreren Halbleiterschichten eines zweiten Leitungstyps 8 und eine zweite Hauptfläche 9 auf. Auf der zweiten Hauptfläche 9 ist eine zweite Stromaufweitungsschicht 10 angeordnet, die SnO und Sb zum Beispiel in der Zusammensetzung  $Sb_{0,2}Sn_{0,98}O$  enthält. Die Schichten 6 und 8 sind p- beziehungsweise n-leitend und weisen eine jeweilige Gesamtschichtdicke von beispielsweise 200nm auf.

Die Halbleiterschichtenfolge 4 ist durch Epitaxie auf einem Aufwachsubstrat aus GaAs hergestellt, das nach dem Aufbringen der Spiegelschicht 2 abgelöst wurde. Die Kombination aus der Spiegelschicht 2 und der Stromaufweitungsschicht 3 dient als hocheffizienter Spiegelkontakt zur homogenen Stromeinbringung in die Halbleiterschichtenfolge 4. Dadurch wird die Absorption der Strahlung in dem Träger 1 verringert und in Kombination mit der zweiten Stromaufweitungsschicht 10 auf der zweiten Hauptfläche 9 ein sehr homogener Stromeintrag über beide Hauptflächen 5 und 9 in die Halbleiterschichtenfolge 4 und besonders in die aktive Zone 7 gewährleistet. Es entsteht somit eine aktive Zone 7 hoher Güte, in der lateral gleichmäßig Strahlung erzeugt wird.

Die geringen Schichtdicken der Halbleiterschichten 6 und 8 erlauben einen kürzeren Herstellungsprozess des Halbleiterkörpers und verringern die Absorption freier Ladungsträger sowie der erzeugten Strahlung in diesen Schichten. Die Schichtdicken sind nach unten dadurch begrenzt, dass sie eine Diffusion von Fremdatomen aus den angrenzenden Stromaufweitungsschichten in die aktive Zone verhindern sollen, ihre Dicke groß genug für eine mögliche Ein- oder Aufbringung einer Mikrostruktur ist und/oder die Ladungsträger möglichst lange in der aktiven Zone verweilen.

Die Kombination aus zwei Stromaufweitungsschichten 3 und 10 bewirkt eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades, der durch die Spiegelschicht 2 und die dünnen Schichten verschiedener Leistungstypen 6 und 8 noch weiter gesteigert wird.

Mit Vorzug grenzt seitens der Halbleiterschicht(en) 6 eine p-leitende AlGaAs-Schicht an die Stromaufweitungsschicht 3. Die AlGaAs-Schicht ist mit Vorteil im Halbleiterkörper bzw. der Halbleiterschichtenfolge integriert. Die Ausbildung eines im wesentlichen ohmschen Kontaktes zwischen Stromaufweitungsschicht und Halbleiterkörper wird so erleichtert.

Die elektrische Kontaktierung des Bauelements kann über eine seitens der zweiten Hauptfläche 9 bzw. der zweiten Stromaufweitungsschicht 10 angeordnete Kontaktfläche und eine auf der dem Halbleiterkörper gegenüberliegenden Seite des Trägers 1 angeordnete Gegenkontaktfläche erfolgen. Dies ist in Figur 1 nicht dargestellt.

Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements, das im wesentlichen mit dem in Figur 1 skizzierten Aufbau übereinstimmt. Im Unterschied dazu ist die Spiegelschicht 2 über eine Lotmetallisierung 11 auf dem Träger befestigt und so mit diesem elektrisch leitend verbunden. Weiterhin ist die zweite Hauptfläche 9 mit einer Mikrostruktur 12 versehen, die beispielsweise mittels des oben erwähnten Verfahrens mit einer metallischen Maskenschicht hergestellt wurde. Dies stört die Totalreflexion und erhöht damit den Auskoppelwirkungsgrad.

Ferner ist auf der zweiten Stromaufweitungsschicht 10 eine Kontaktfläche 13 zur elektrischen Kontaktierung angeordnet, die auf ihrer der Halbleiterschichtenfolge 4 zugewandten Seite bezüglich der in der aktiven Zone 7 reflektierend sein kann, was nicht explizit gezeigt ist. Die Kontaktfläche 13

hat eine geringere laterale Ausdehnung als die Stromaufweitungsschichten 3, 10 und/oder die Halbleiterschichtenfolge 4. Die Absorption der erzeugten Strahlung in der Kontaktfläche 13 wird so reduziert, da eine vermehrte Strahlungserzeugung 5 in dem Bereich der aktiven Zone 7, der von der absorbierenden Kontaktfläche 13 abgeschattet wird, vermieden wird. Eine Ver- spiegelung der Unterseite der Kontaktfläche 13 trägt weiter zur Verminderung der Absorption in der Kontaktfläche 13 bei. Insgesamt wird also der Auskoppelwirkungsgrad im Gegensatz zu 10 dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel weiter erhöht.

In Figur 3 ist eine schematische Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsmittelnden Halbleiterbauelements dargestellt. Der prinzipielle Aufbau entspricht wieder dem in Figur 2 gezeigten. Im Unterschied hierzu ist zwischen der Stromaufweitungsschicht 10 und der zweiten Hauptfläche 9 eine Mantelschicht 14 angeordnet. Zudem erfolgt die elektrische Kontaktierung durch eine Kontaktfläche 13, die in einer Ausnehmung 15 der Stromaufweitungsschicht 10 angeordnet ist und mit der Stromaufweitungsschicht 10 und der elektrisch leitenden Mantelschicht 14 in unmittelbarem Kontakt steht. Die elektrischen Kontakte zwischen diesen Schichten sind so hergestellt, dass der Strom 20 von der Kontaktfläche 13 aus hauptsächlich über die Stromaufweitungsschicht 10 und nachfolgend die Mantelschicht 14 in die Halbleiterschichtenfolge 4 und die aktive Zone 7 gelangt. Der Kontakt zwischen der Mantelschicht 14 und der Kontaktfläche 13 weist hierbei eine ausreichend hohe Potentialbarriere (zum 25 Beispiel eine Schottky-Barriere) auf, die verhindert, dass der Strom direkt von der Kontaktfläche 13 über die Mantelschicht 14 in die Halbleiterschichtenfolge 4 gelangt oder einen Stromfluß über diesen Pfad zumindest reduziert.

30 Die Mantelschicht 14 ist vorzugsweise für die erzeugte Strahlung durchlässig und enthält beispielsweise  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-x-y}$  mit  $0 \leq x \leq 1$  und  $0 \leq y \leq 1$ . Eine derartige Kontaktierung bewirkt,

dass verglichen mit dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ein geringerer Stromanteil in den Bereich der aktiven Zone 7 injiziert wird, der von der Kontaktfläche 13 abgeschattet wird. Damit wird in diesem Bereich eine vergleichsweise geringe Strahlungsleistung erzeugt, so dass in der Kontaktfläche 13 nur eine entsprechend geringe Strahlungsmenge absorbiert wird. Verglichen mit dem in Figur 2 dargestellten Gegenstand wird hiermit der Auskoppelwirkungsgrad weiter erhöht.

In den Figuren 4a bis 4d ist eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements mit hohem Gesamtwirkungsgrad anhand von vier Zwischenschritten gezeigt.

In Figur 4a ist eine Halbleiterschichtenfolge 4 dargestellt, die epitaktisch auf einem Substrat 16, beispielsweise aus GaAs, aufgewachsen wurde. Die Halbleiterschichtenfolge 4 bildet einen Halbleiterkörper, der eine erste Hauptfläche 5, eine Schicht eines ersten Leitungstyps 6 (z.B. p-leitend), eine elektromagnetische Strahlung erzeugende aktive Zone 7, eine Schicht eines zweiten Leitungstyps 8 (z.B. n-leitend) und eine zweite Hauptfläche 9 umfasst. Die Dicken der Schichten 6 und 8 betragen jeweils 200nm. Die Halbleiterschichtenfolge 4 basiert beispielsweise auf  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ .

In Figur 4b wird auf die erste Hauptfläche 5 eine Stromaufweitungsschicht 3 aus  $\text{Al}_{0,02}\text{Zn}_{0,98}\text{O}$  aufgesputtert. Diese wird durch Aufdampfen oder Sputtern mit einer Spiegelschicht 2 aus Au versehen. Nachfolgend wird die Spiegelschicht 2 wie in Figur 4c gezeigt mittels einer Lotmetallisierung 11 auf einem Träger 1, vorzugsweise aus GaAs, befestigt und das Substrat 16 entfernt, wobei die Spiegelschicht 2 mit dem Träger 1 elektrisch leitend verbunden ist. Ferner wird in die zweite Hauptfläche 9, die jetzt nicht mehr mit dem Substrat 16 ver-

bunden ist, auf geeignete Weise eine Mikrostruktur 12 auf- oder eingebracht, die die Totalreflexion an dieser Fläche stört. Der Träger 1 ist somit insbesondere vom Substrat 16 verschieden.

5

Nachfolgend wird auf die Hauptfläche 9 mit der Mikrostruktur 12 eine weitere Stromaufweitungsschicht 10, die  $Sb_{0,02}Sn_{0,98}O$  enthält, gesputtert, welche in Figur 4d in einem letzten Verfahrensschritt mit einer Kontaktfläche 13 zur elektrischen 10 Kontaktierung des strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements versehen wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neuen Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

20

## Patentansprüche

1. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, umfassend eine erste Hauptfläche (5), eine zweite Hauptfläche (9) und eine Halbleiterschichtenfolge (4) mit einer elektromagnetische Strahlung erzeugenden aktiven Zone (7), wobei die Halbleiterschichtenfolge (4) zwischen der ersten und der zweiten Hauptfläche (5,9) angeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet,
  - dass eine erste Stromaufweitungsschicht (3) auf der ersten Hauptfläche (5) angeordnet und mit der Halbleiterschichtenfolge (4) elektrisch leitend verbunden ist;
  - dass eine zweite Stromaufweitungsschicht (10) auf der zweiten Hauptfläche (9) angeordnet und mit der Halbleiterschichtenfolge (4) elektrisch leitend verbunden ist.
2. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der beiden Hauptflächen (5,9) mit den Stromaufweitungsschichten (3,10) eine Mikrostruktur (12) aufweist.  
1
3. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Stromaufweitungsschichten (3,10) ein für die erzeugte Strahlung durchlässiges Material enthält.
4. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass beide Stromaufweitungsschichten (3,10) ein für die erzeugte Strahlung durchlässiges Material enthalten.
- 35 5. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass

dieses strahlungsdurchlässige Material ein Oxid enthält.

6. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 5,

5 dadurch gekennzeichnet, dass das Oxid ein Metalloxid ist.

7. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 3 bis 6,

10 dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungsdurchlässige Material ITO und/oder InO enthält.

8. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 3 bis 6,

15 dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungsdurchlässige Material ZnO enthält.

9. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 3 bis 6,

20 dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungsdurchlässige Material SnO enthält.

10. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

25 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Stromaufweitungsschichten (3,10) Al, Ga, In, Ce, Sb und/oder F enthält.

11. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

30 dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens einer der Stromaufweitungsschichten (3,10) eine Spiegelschicht (2) angeordnet ist.

35 12. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Spiegelschicht (2) auf der der Halbleiterschichtenfolge (4) abgewandten Seite der Stromaufweitungsschicht (3) angeordnet ist.

- 5 13. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
11 oder 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Spiegelschicht (2) elektrisch leitend ist.
- 10 14. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 11 bis 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Spiegelschicht (2) ein Metall enthält.
- 15 15. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 11 bis 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Spiegelschicht (2) Au, Ag, Al und/oder Pt enthält.
- 20 16. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 11 bis 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Hauptfläche (9) auf der der Spiegelschicht (2) abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge (4) eine Mikrostruktur  
25 (12) aufweist.
17. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 1 bis 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- 30 die Halbleiterschichtenfolge (4) mindestens eine n- und/oder  
eine p-leitende Schicht (6,8) enthält.
18. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
17,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Dicke der n-leitenden und/oder der p-leitenden Schichten  
(6,8) im Bereich von einer Monolage bis 1000nm liegt, vor-

zugsweise kleiner als 400nm ist und besonders bevorzugt zwischen 150nm und 350nm liegt.

19. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
5 17 oder 18,

dadurch gekennzeichnet, dass die Stromaufweitungsschicht auf der Seite der p-leitenden Schicht der Halbleiterschichtenfolge ZnO und vorzugsweise Al enthält.

10

20. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, dass die Stromaufweitungsschicht auf der Seite der n-leitenden 15 Schicht der Halbleiterschichtenfolge SnO und vorzugsweise Sb enthält.

21. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 20 ,

20 dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungemittierende Halbleiterbauelement auf einem Träger (1) befestigt ist.

22. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
25 21,

dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (1) GaAs enthält.

23. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
30 21 oder 22 ,

dadurch gekennzeichnet, dass das strahlungemittierende Halbleiterbauelement mittels einer Lotmetallisierung (11) auf dem Träger befestigt ist, die vorzugsweise direkt an den Träger (1) angrenzt.

35

24. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach den Ansprüchen 11 und 23,

dadurch gekennzeichnet, dass die Lotmetallisierung (11) auf der Spiegelschicht (2) angeordnet ist.

5 25. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 24,

dadurch gekennzeichnet, dass auf einer Stromaufweitungsschicht (10) eine Kontaktfläche (13) zur elektrischen Kontaktierung angeordnet ist.

10 26. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 25,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfläche (13) auf der dem Träger (1) gegenüberliegenden Seite der Halbleiterschichtenfolge (4) angeordnet ist.

15 27. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 25 oder 26,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfläche (13) auf der der Halbleiterschichtenfolge (4) zugewandten Seite eine die erzeugte Strahlung reflektierende Schicht besitzt.

20 28. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Stromaufweitungsschichten (3,10) eine Ausnehmung (15) aufweist.

25 29. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 28,  
dadurch gekennzeichnet, dass in der Ausnehmung (15) eine elektrisch leitende Kontaktfläche (13) angeordnet ist.

30 30. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 29,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die elektrische Kontaktierung des strahlungemittierenden Halbleiterbauelements über die Kontaktfläche (13) erfolgt.

- 5 31. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
30,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
an der der Halbleiterschichtenfolge (4) zugewandten Seite der  
10 Stromaufweitungsschicht (10) mit der Ausnehmung (15) und der  
Kontaktfläche (13) eine Mantelschicht oder eine Mantelschich-  
tenfolge (14) sitzt.
32. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch  
31,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Mantelschicht oder die Mantelschichtenfolge (14) bezüg-  
lich der Kontaktfläche (13) derart schlecht elektrisch lei-  
tend ist, dass der Strom teilweise in die Stromaufweitungs-  
schicht (10) gelangt.
- 20 33. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 1 bis 32,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Halbleiterschichtenfolge (4) einen III-V-Halbleiter, vor-  
25 zugsweise  $In_xGa_yAl_{1-x-y}P$ , mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ ,  $In_xGa_yAl_{1-x-y}N$ , mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ , oder  $In_xGa_yAl_{1-x-y}As$ , mit  
 $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ , enthält.
- 30 34. Strahlungemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 1 bis 33,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die erste Stromaufweitungsschicht ZnO enthält und seitens des  
Halbleiterkörpers an eine p-leitende AlGaAs-haltige Schicht  
grenzt.

35

35. Verfahren zur Herstellung eines strahlungemittierenden  
Halbleiterbauelements mit einem Halbleiterkörper, umfassend

eine erste Hauptfläche (5), eine zweite Hauptfläche (9) und eine Halbleiterschichtenfolge (4) mit einer elektromagnetischen Strahlung erzeugenden aktiven Zone (7), wobei die Halbleiterschichtenfolge (4) zwischen der ersten und der zweiten

5 Hauptfläche (5,9) angeordnet ist,

gekennzeichnet durch die Schritte,

- Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge (4) auf einem Substrat (16);

- Aufbringen einer strahlungsdurchlässigen Stromaufweitungs-  
10 schicht (3) auf die erste Hauptfläche (5);

- Ablösen des Substrats (16);

- Aufbringen einer strahlungsdurchlässigen Stromaufweitungs-  
schicht (10) auf die zweite Hauptfläche (9).

15 36. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements nach Anspruch 35,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Spiegelschicht (2) auf die Stromaufweitungsschicht auf der ersten Hauptfläche (5) aufgebracht wird und der Halbleiterkörper vorzugsweise auf der Seite mit der Spiegelschicht (2) auf einem Träger (1) befestigt wird.

37. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements nach Anspruch 35 oder 36,

25 dadurch gekennzeichnet, dass das Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge (4) epitaktisch erfolgt.

38. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 35 bis 37,

dadurch gekennzeichnet, dass die Stromaufweitungsschichten (3,10) durch Sputtern aufgebracht werden.

35 39. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 36 bis 38,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Spiegelschicht (2) durch Sputtern oder Aufdampfen aufgebracht wird.

40. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden

5 Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 35 bis 39,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
vor dem Aufbringen der Stromaufweitungsschichten (3,10) eine  
Mikrostruktur (12) in oder auf mindestens einer der Hauptflächen (5,9) auf- oder eingebracht wird.

10

41. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsmittierenden  
Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 35 bis 40,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen mindestens einer Stromaufweitungsschicht (3,10) und  
15 der nächstliegenden Hauptfläche (5,9) eine Mantelschichtenfolge (14) aufgebracht ist und dass diese eine Ausnehmung (15) aufweist, in die die elektrische Kontaktfläche (13) eingebracht wird.

1/2

FIG 1

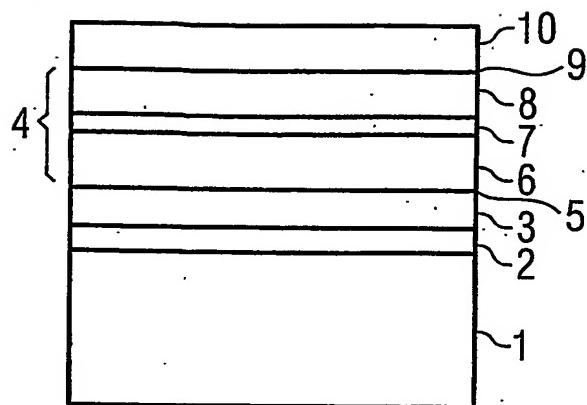


FIG 2

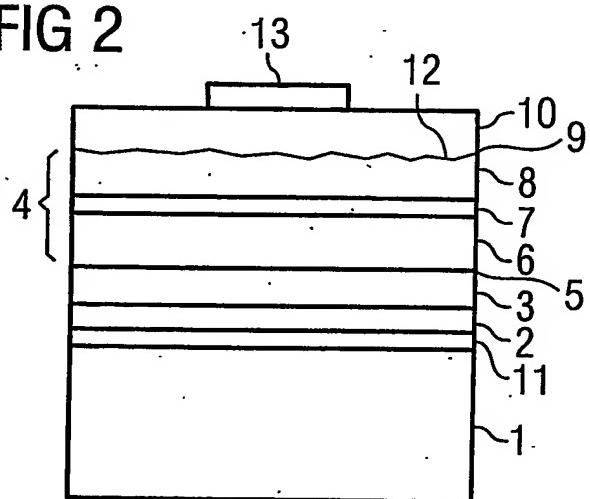
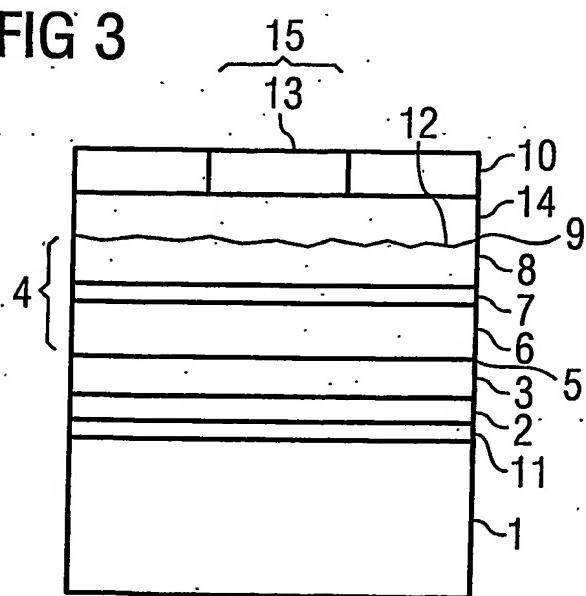
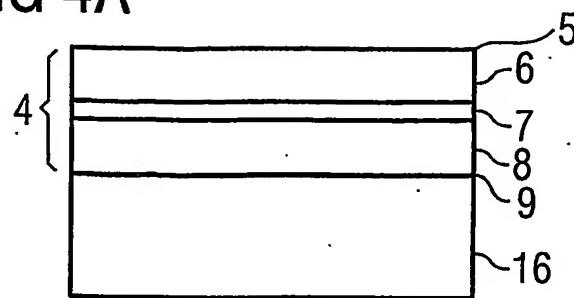
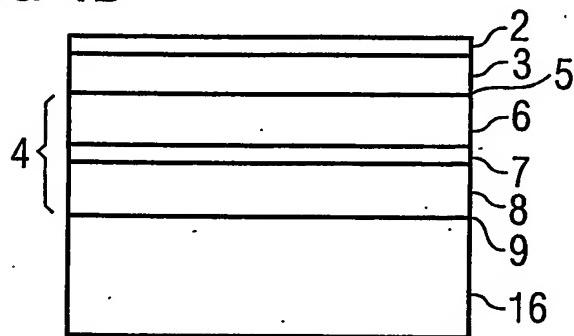
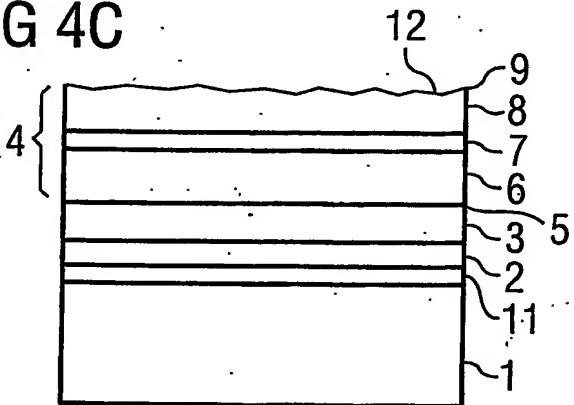


FIG 3



2/2

**FIG 4A****FIG 4B****FIG 4C****FIG 4D**